

# ナノインプリント技術研究会企画

## 「光ナノインプリント技術の開発最前線」

産業技術総合研究所

広島 洋

本シンポジウムは、ナノインプリント技術研究会 (<http://nanoimprint.jp/>) の第 3 回目の会合として企画された。光ナノインプリント技術は室温プロセスであるために高精度で高スループットが期待できる魅力的な手法であり、シンポジウムでは科学技術振興機構の戦略的創造推進事業において兵庫県立大学の松井真二教授が中心となり進めている光ナノインプリント技術に関するプロジェクト「超高速ナノインプリントリソグラフィ技術のプロセス科学と制御技術の開発」の内容とその周辺技術に関する発表が行われた。

プロジェクトにおいては LSI 作製に適用可能なレベルの高スループットと信頼性を光ナノインプリントにおいて実現するための新技術の開発とその科学的な検証を行っており、0.1 秒以下の樹脂充填、10 万回の離型耐性、1nm 以下の離型剤の開発、これらのメカニズムの解析などが行われている。

産総研グループは一般的な樹脂供給方法であるスピコートによっても残膜均一性が確保できる容積均一化モールドを使用し、充填時の樹脂の移動を最小化することでプロセスの高速化を図っている。また、バブル除去のために使用しているペンタフルオロプロパンは、モールドへの樹脂充填時に捕獲されたガスの圧力上昇がガスの蒸気圧 0.15MPa で制限されるために大気と比較して非常に高速のプロセスが可能となることを示した。

大阪府立大グループからは、光ナノインプリントにおけるレジスト充填、光硬化、離型の各プロセスにおける物理化学と、それらのシミュレーションモデルについて発表があった。今回は、光硬化樹脂の硬化収縮による寸法変動について、実験データとシミュレーションから検討が行われた。これまでの発表とあわせると、光ナノインプリントの全プロセスにわたるシミュレータが開発されたことになり、現象解析と材料・プロセス開発に有効な手段となることが期待される。

東北大学グループは、耐久性に優れ、付着力と摩擦力の小さい、極薄の離型層の開発を行っている。有機シランカップリング剤から気相化学吸着法により形成される吸着単分子膜に離型層の、鎖長依存性、離型分子層再塗布の効果、吸着単分子膜の形成挙動を、接触角測定、表面形状測定、力学測定、分光学的測定等により解析を行っている。また、光硬化性樹脂のモールドへの付着を追跡するための蛍光剤含有の光硬化樹脂の成果や高精度の離型力計測を可能とするユニークな剥離特性力学評価システムについても紹介があった。

周辺技術としては、「光ナノインプリントモールド」として HOYA(株)の流川氏より、極微細パターンモールドに関して報告があった。半導体用モールドでは 32nm ノードはすでに実施例もあり、次世代の 22nm ノードに向けての開発が進行している。光学部品用として 50mm × 50mm に 50nm L/S が形成できている。次世代磁気ディスク用メディアとして 50nm ピッチで磁気分離用の溝を備えた DTM と呼ばれる構造が必要となっており、ナノインプリント技術が唯一の作製プロセスと考えられ、2010 年後半での実用化に向けて急速にこの開発が進められている。この分野は、技術的な困難さばかりでなくコスト的な制約が非常に強く、コスト的にも堪えるような技術開発を期待している。

「UV ナノインプリント樹脂と離型」として、東洋合成工業(株)の坂井氏より、樹脂の特性に関する解説があった。光硬化性樹脂の特性は基本プロセス特性、用途別特性の 2 つがあり、前者としては、塗布性、基板密着性、低粘性、離型性、速硬化性、機械強度などがあり量産性に大きな影響を与える。後者としては、エッチング耐性、光学特性など使用される用途のために付与される特性であり、具体的な改良事例が紹介された。基本プロセス特性のうち、離型性に関しては多くの検討が行われており、実験的な評価結果と原因調査の文献の紹介があった。

「UV ナノインプリント材料」として、ダイセル化学工業(株)の三宅氏より光ナノインプリントの実

用化に向け、プロセス及び市場要求から光硬化樹脂に必要な特性についての検討結果について報告があった。光硬化樹脂に必要な特性を化学的な内容（構造及び手法）へ落とし込み樹脂を合成した。転写精度には硬化収縮の小さい開環重合系を適用し、離型特性に関しては偏析法を用いモールドと樹脂との離型性向上を図るとともに Si 表面水酸基と反応するカチオン重合系を適用し樹脂と基板界面との密着性向上を図る等の手法を考え、実験的にこれらの手法が有効であることを確かめた。

本シンポジウムでは、100 名程度の聴講者から積極的な質問があり、光ナノインプリント技術への高い関心が示された。